

物理探査の最近の発展

佐藤光之助

はしがき

物理探査は地球物理学の応用として、また探鉱技術の1つの分野として発達してきたが、現在世界において各分野にわたり適用されており、今後ますます発展していくものと思われる。

ところで地球物理学においては、地球上の重力、地磁気などの自然の場における測定、観測、また時には突発的に起こる自然地震の観測などから、地球の内部構造の解明が行なわれてきたが、物理探査の場合には重力、磁気などのように自然の場を利用する場合もあるが、さらに人工的に適当な場を与えて、それによる影響を測定して地殻を解明することが行なわれている。地下にねむる資源の探査開発に物理探査が貢献しうることが明らかになるにつれ、その技術は著しく発展していった。とくにエネルギー資源として最も重要な石油資源の探鉱面においては、物理探査は非常に進展をみせるとともに探鉱面においては欠くことのできないものとなってきている。この様に物理探査は地下資源探査という面においてまず発達していったが、これらの技術は土木建設のための地盤調査、土地災害、保安などに関する地殻の究明にも進展していった。さらに最近の新しい物理探査の技術は地球解明を目標とする地球物理学の面においても新しい分野を開拓するようになってきた。また最近世界の話題となっている地下核爆発実験探知の問題や月世界探検の計画には、地震探査の新しい技術やその他の物理探査の技術が基をなしているのである。

鉱山の物理探査

金属鉱床の物理探査は歴史の古いものであり、自然電位法、磁気探査法などが個々の鉱床の直接探査法として広く適用されてきたが、しかし最近になって広域探査、深部探査に関する技術の発達に伴って、次第に探査の方法論としての進展が見られるようになってきている。

たとえばカナダにおいては広域探査の考えがすでに前から議論され、鉱山の物理探査も油田物理探査のごとく地殻に関する究明を行なうことが明日の鉱床の発見に大いに寄与するであろうといわれており、そしてこれらを有効に実らせるためには4つの要素——地質的資料、物理探査資料、地質的判断、地球物理的理論——を有機的に結びつけることがポイントであると指摘されている。

このためすでに12年計画に基づいてPrecambrian Shieldの大部分を $\frac{1}{2}$ マイル間隔の測線によって空中磁気探査が実施され、地質構造、潜在鉱床に関する情報が得られており、それに基づいてさらに種々の物理探査が広げられている。

ところでわが国の場合には、従来行なわれてきた露頭探査的なものは行きづまりを見せ、今後は潜在鉱床を探査開発していくことが必要となっているが、一方貿易自由化に対処していくためには、探鉱の能率化ということが重要な問題となってきている。これらを解決する1つの方法として、秋田県下の黒鉱地帯を中心として広域探査が実施され、その結果に基づいてさらに探鉱が進められている。これは鉱床探査の面で1つの大きな発展を意味するものであり、地質構造の解明により探鉱に対する指針を与え、能率的な探鉱の実施を可能にさせるものと期待されている。しかし、このような広域探査の実施に際しては、鉱床成因に関する考え方や物理探査技術とが有効に結びつくことが必要であろう。

黒鉱地帯の広域探査をきっかけとして、今後わが国における鉱床探査の方法には色々新しい進展が見られるであろう。この際物理探査の果たす役割りは重要なものとなる。そのためには鉱床地帯の構造探査のやり方についてじゅうぶん検討し、その効果と限界を明らかにすることが必要である。このような広域探査においては、その基本的資料となる重力探査、空中磁気探査がまず必



冷暖房のついた重力測定車(金属広域調査)

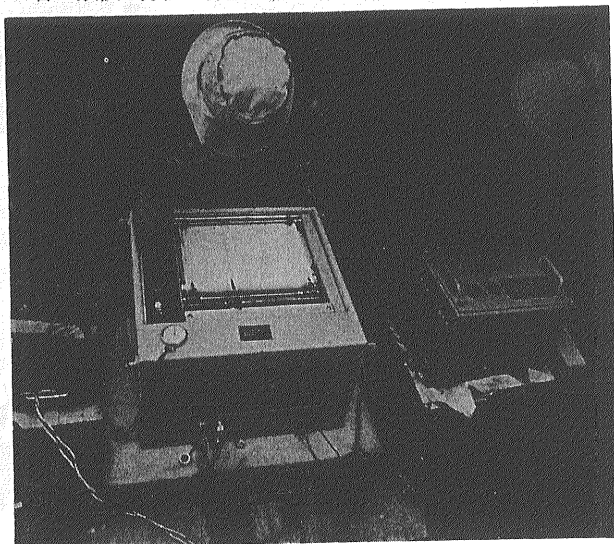
要となろう。これらの方法についてはすでに一部実施されているが 山岳地帯の多い地質構造の複雑なわが国の鉱山地帯に適した方法を確立することがまず望まれる。また深部構造を探查するための地震探查 電気探查の色々な方法についての研究も必要となろう。

このような探查によって 広い区域の内から採掘条件に適した鉱床の胎胎する可能性の強い区域を選定することは 探鉱上重要な意味をもつであろう。

鉱山の物理探查において もう1つの大きな役割りは鉱床に関係する直接的な情報を得て探查に利用することである。以前は自然電位法がこの役割りを果たしたことがあった。しかしこの方法はきわめて浅い潜在鉱床探查に適しており 深部の鉱床探查には余り有効でないし また地質条件によって 適用性が左右されることも欠点である。この方法に代って現在は誘導分極法が登場し カナダ 米国 ソ連をはじめ諸外国においてだいぶ利用されるようになり わが国においてもこの方法の研究が始められたが その調査法 解析法 装置の開発ならびに各種鉱床に対する適用性についての解明が強く望まれている。鉱床の直接探查法としては上記の他に磁気探查 電磁探查も行なわれているが さらに重力探查 地震探查 比抵抗法などの利用も試みられている。また孔井 坑道を利用する探查法の研究も進められている。

以上のように金属鉱床の物理探查としては 構造探查および鉱床の直接探查の面において研究開発すべき点が数多く残されており これらの解明によって 今後の探鉱への貢献がおおいに拡大されることが考えられるのである。

非金属鉱床の物理探查については 従来金属鉱床の場合と類似な方法で探查が行なわれてきたものもあるが



核磁力計による海上磁気探查

また石灰石鉱床の場合のようにその特殊性から 幾多の問題が出されているものもある。この場合には鉱床をさがすというよりは 探鉱計画に寄与し得るために 鉱床の形態 鉱床中のはさみ 空洞 表土の形態などの探查が生まれており 最近この方面への調査研究が進められるようになってきた。

最近の海域の物理探查の発展は著しいものがあり 海底下の砂鉄床に対する探查に大いに貢献し得ることが明らかになってきた。海底砂鉄はわが国における特殊な鉱業として 小規模ながら稼行されているが これらの探查については 海域の磁気探查 海上音波探查がきわめて有効であることが明らかにされてきている。核磁力計の開発により 現在では動揺する場における磁気測定が比較的容易に行ない得るようになってきた。したがって海上海中における磁気測定から その磁気異常分布を明らかにするとともに 海上音波探查によって海底の新期堆積物の分布状態を知ることによって 海底下の砂鉄鉱床の賦存状態について有効な情報を与えることが可能となってきた。有明海における海底砂鉄の探查はこのような可能性を示している。このことは 他の砂鉄床の探查にも適用できるものであり 将来わが国のみならず 東南アジアなどにおける海域の砂鉄床探查に対し1つの指針を与えたものといえよう。

油田・ガス田の物理探查

石油・天然ガスのエネルギー源および工業原料としての重要性から 石油鉱業は世界的に発展をつづけ 探鉱活動の規模は著しく拡大されてきている このなかにあつて物理探查の役割りはきわめて重要なものとなり 物理探查なくしては石油の探鉱は考えられないようになってきている。すなわち概率的な調査としては 重力探查 磁気探查 地震探查 電気探查などが適用され 特定地域の詳細な探鉱法としては主として地震探查反射法 孔井に対する物理検層などが用いられ その技術も新しい発展を続けているのが現状である。

ところでわが国においては 石油資源開発株式会社の設立とともに 探鉱活動は従来に比べ活発化し また地質調査所による構造的天然ガス調査研究によって基礎的調査が行なわれるようになった。

この間物理探查の効果も次第に現われ 幾つかの新油田またはガス田が発見されるに至ったが その規模は大きなものではないが 産額の増加の傾向をたどっている。今後の探鉱については 主要油田地帯の深部探查 大陸棚および新地域への探查に力が注がれる傾向がある。

一方海外油田の探查開発については アラビア石油の成

功に刺激され また国内油田の規模から考えて 次第に発展の方向に進もうとしている。特に大陸棚油田については 今後の探査開発にまつところが多いようである。ところで油田の物理探査に関連して幾多の新しい技術の発展が続けられている。次にこれらについて述べよう。

重力探査 精度の高い安定性のある重力計が重力偏差計に代わって登場して以来 陸上における重力探査は全世界の油田地帯において急激に広範囲に行なわれるようになってきた。さらにその後 重力計を海底におろし船上から遠隔操作によって測定する海底重力計が発達し沿岸地帯における重力探査が発展し 海底油田探査などの大陸棚地下資源探査に貢献している。最近の新しい海底重力計は水深数百mの海底において0.1 mgal以内の精度で重力測定が可能となってきたが しかし各測点ごとに海底に装置を降ろして測定を行なうため測定能率は余り良好ではない したがって広大な海域の重力分布を知るために 重力計を海底に沈めずに動揺する船の上で重力値を測定しようとする試みが行なわれている。

たとえば西独 Askania 社の船上重力計は2~5 mgalの測定誤差の程度で動揺する船上において重力測定が可能である。これによって北海における重力分布の概略を知ること成功している。

大陸棚における重力測定の別の試みとして潜水調査船を利用することが考えられる。現在科学技術庁においては潜水調査船を設計しているが これが完成すればわが国においても大陸棚全域にわたり重力探査を能率的に精度よく実施することが可能となろう。

重力探査は油田地域において最も広く適用されておりわが国においても裏日本 北海道 関東などの油田 天然ガス田において最も探査が進んでいる。これと平行して試掘井で得られた岩芯の密度に関する研究も行なわれており 重力探査の結果から地下構造を解析するのみでなく さらに地層の堆積状況や地下の構造運動の解析にも非常に有効な資料を与えている。

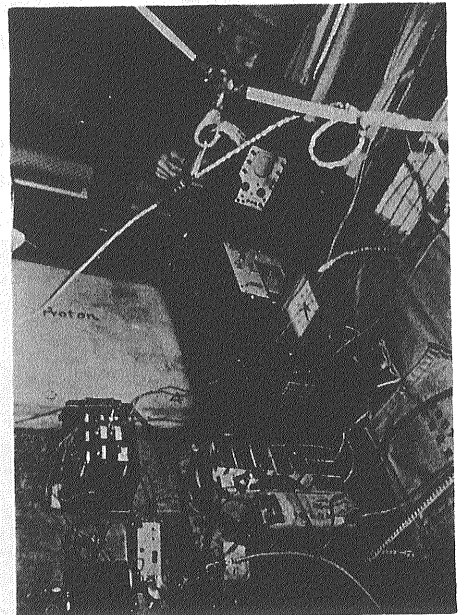
磁気探査 磁気探査は戦後 米国を中心とする飽和鉄心型磁力計による空中磁気探査の出現によって著しく進展をみせ 油田地帯などの広域の地質構造探査として欠くことのできないものとなってきている。

現在米国をはじめカナダ オーストラリア スカンジナビア諸国においては類似の磁力計によって空中探査が実施されており 一方ソ連においては独自に飽和鉄心型の空中磁力計が開発され 広く国内の探査に用いられている。その後 原子核の磁氣的性質を利用して磁気を測る装置の研究が進められ 核磁力計が探鉱器として開発されるようになった。核磁力計についてはまず電磁気共鳴作用を利用したものが登場した。これについてはわが国においても研究が進められており 携帯用磁力計として また海上磁力計あるいは一部は空中磁力計として地質調査所 日本電気KK研究所によって開発が行なわれてきている。

米国においては Varian Associates によって核磁力計が探鉱用に実用化され空中磁力計としても開発されている。Varian Associates の空中磁力計はわが地質調査所にも輸入されている。欧州においてはフランスの



空中磁気探査(点線内の黒点はブイ)



ヘリコプター内の磁力探査装置

Sud-Aviation 西独の PRAKLA などによって空中磁力計が開発されており カナダの地質調査所においては航空機内では直統式の磁力計を用い その測定値を地上の観測所に送信する方式をとっている。またオーストラリアの鉱山局においては独自の核磁力計をもち この装置を用い試験飛行を開始している。

このように核磁力計の出現によって 地磁気の絶対値が1ガンマ程度の精度で比較的容易に測定できるようになり 磁気探査は大きな発展を続けているが 最近はさらに原子核の光学的磁気共鳴作用を利用した高感度の磁場測定技術の研究が進められており この種の探査用磁力計の開発により 磁気探査はさらに発展するものと期待されている。現在 Rubidium-vapor 磁力計 Helium 磁力計などの開発が諸国で進められているが これらは地上の磁気探査のみならず 宇宙開発の装置としても重要なものとなっている。これらの一連の核磁力計の磁場測定は周波数の測定によって行なわれるものであり飽和鉄心型磁力計のように装置を一定方位に維持する必要なく 精度のよい地磁気の絶対測定が可能である点がすぐれているわけである。この新しい磁力計は $1/100$ ガンマ程度の磁気の変化までの測定が可能であり これによってさらに磁気探査の新分野が開けるであろう。現在宇宙開発において地磁気の解明が大きな問題となっているが 一方空中磁気探査による地質構造の究明 さらにこれに基づく未開発資源の開発も1つの世界の流れといえよう。このような大規模の探査活動に伴って 岩石磁気の研究磁気探査結果の解析法の研究などが著しく進展をみせている。わが国の油田地帯においては 磁気探査は種々の制約から諸外国に比べ その活動は低調であったが 最近空中磁気探査も本格的に開始されるようになってきた。

電気探査 油田の深部構造を探査する電気探査技術については ソ連を中心として種々の研究が行なわれており ソ連の油田構造探査には相当適用され貢献し

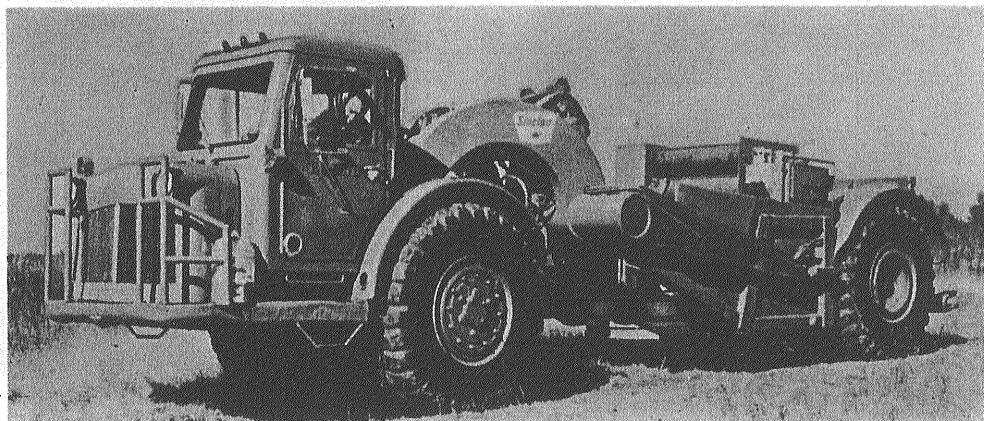
ている模様である。しかしこれらの技術は米国などにおいては余り発達しておらず したがって西側諸国における油田の探査には余り大きな役割りを果たしていない。

一方わが国においては地質調査所がこの種の研究を行ない 油田構造の深部探査の可能性が認められつつあり 漸次これらの方法の適用が広がるものと考えられる。深部構造の電気探査技術については すでに地質ニュース No. 106 108 109 に紹介されている。

地震探査 最近の地震探査の発展は油田構造探査の面から 特に大きな影響を受けている。反射法については現場における調査技術 探査装置 解析法などに関する数多くの研究改善がなされている。特に震動源の問題 記録方式 解析用再生装置などについての発展はめざましい。たとえば Weight-Dropping Method や Continuous Signal Seismograph (Vibroseis) さらに最近ではプロパンと酸素との混合気体をスパークで点火し 大型トラックに付けたピストンからおもりを地面に打ちつける方式 “Dinoseis” とよばれる震動源も作られ良好な反射記録をとることに成功している。また Digital and Analog Recording System がとり入れられ電子計算器の利用の道が開けつつある。今後わが国においても これらの技術の発展が望まれる。

一方屈折法による深部探査も行なわれ 大きな構造の探査に利用されている。大陸棚探査に関しては Continuous Seismic Profiler の利用が1つの問題となっており また地震探査反射法と類似の海上音波探査については強力音源記録方式の改善による可探深度増大が研究されている。(地質ニュース No. 119 121 を参照)

物理検層 検層技術については電気検層のほか音波検層 放射能検層 坑内経測定などが広く利用されているが 各種方法に関する新技術および孔井深度増大に伴って高温 高圧下における検層技術の研究が進められている。わが国においては 従来この方面について



DINOSEIS

外国技術に依存する度が多かったが 次第に検層技術の国産化の方向に進む機運に熟してきている。一方わが国の特殊地質条件に伴う検層結果の解読技術の向上が問題となっている。

炭田の物理探査

炭田の分布は堆積盆地の地質構造に支配されるところが大であり 重力探査 地震探査などの物理探査によって 一部の堆積盆地の構造が解明され その成果は有効に利用されてきたが なお今後広域の物理探査を必要とする地域が残されている。さらに炭礦の開発が次第に深部に向うに伴い 深部の地質構造を能率的に行なうことが問題となってきており 物理探査に期待する面も多くなっている。一方わが国の炭礦の内 海底炭田に依存する部分は相当大きな比重をしめ 今後もその依存度が増大する傾向にある。これら海底炭田調査に際しては試錐作業の困難性から物理探査に期待する面が非常に多い。このため海底重力探査 地震探査 音波探査などの活用が望まれている。

ところで 重力探査については 従来海深 100m 程度までの海域に限定されていたが 前に述べた潜水調査船の活用によって 探査海域は拡大し 広域の探査も可能となる。

炭田の地震探査については 従来主として屈折法が行われてきたが 油田探査で用いられている反射法の技術を炭田構造探査に適用することは技術的には可能であるが 油田探査に比べて炭田探査の場合には探鉱費に投下し得る金額の制約から実施が容易でない。特に海上探査の場合には 漁業補償に多額の費用を要することによって探査の制約を受けているのが実状であろう。

このような状態から 比較的安い経費で実施でき

た漁業補償を必要としない海上音波探査に依存する度合いが大きくなりつつある。ただ現在の音波探査の可探深度は通常の条件のもとで 100~200m程度のものであるので 炭田構造探査の面から見ると さらにその可探深度を増大することが望まれている。このためには音源エネルギーの増大 Geophone の Grouping 磁気録音再生技術などについて新しい技術の開発が必要であり 現在一部これらの面についての研究がわが国においても実施されている。

炭田構造に対する電気探査の適用については 従来その可探深度の不足から余り実施されていなかったが 最近の双極子法などの発展によって これが可能となってきた。ただ電気探査の性質上 深部探査については 概査的の傾向は否めないであろう。また海底炭田に対する電気探査については ソ連のカスピ海における実績から見ると 適用の可能性はじゅうぶん考えられるがこのためには強電流を流し得る装置の開発が必要となろう。炭田における坑井の物理検層については 電気検層 放射能検層の適用が進められ また鉱山保安の立場から海上音波探査 電気探査も試みられている。松岩の調査 焼けの分布範囲の調査に関し 物理探査の適用試験も行なわれている。

地熱の物理探査

新しいエネルギー資源としての地熱利用は最近世界の注目をあつめるようになってきた。

現在すでに地熱発電を行なっているのは イタリア ニューゼーランド 米国のガイサーなどであるが ソ連 アイスランド メキシコ エルサルバドル などにおいても 地熱探査あるいは発電準備が進められている。

わが国においては 岩手県松川 大分県大岳などにおいて地熱探査が進められ かなり優勢な地熱蒸気の噴出



地熱地帯における局所的な高重力異常 低磁気異常が認められている (九州大岳地熱地帯の噴気)

に成功し 現在発電準備が急速に進められている。そのほか数カ所において地熱探査が行なわれている。

ところで現在までに判明した地熱構造というのは 次のような性質が考えられる。すなわち地熱地帯は新しい火山活動のある区域に含まれており その地下の適当な深度に岩漿の貫入があり これから熱が導かれているものと考えられる。したがって高温の流体が地表近くにはこぼれるための断層 割れ目の存在が必要となってくる。すなわち地熱地帯は地質的に安定した地域ではなく 隆起沈降運動の盛んな区域で 特に最近の隆起運動をうけた所に存在している。イタリアのラルデロや米国のガイサーは火山帯の内にあるが 最近の隆起運動をうけた高地にあり 地熱地帯の母岩は火山活動よりずっと古い岩石となっている。ニュージーランド 米国カリフォルニアにある一部の地熱地帯は大きな沈降地帯の内に入り 新しい岩石でおおわれているが 現在開発されている区域はこの内の局部的な隆起部に位置している。断層 破砕帯は高温流体の通路となると同時に1つの貯溜層としての役割を果たしている。また空隙の多い流体を通しやすい地層もまた貯溜層となる。

地表付近に分布する岩石が地下の地熱の貯溜に對し蓋としての役割りを果たすものがある。これは地表からの地熱の発散を防ぐとともに 冷たい天水の急激な浸入を防止するのに役立つ。イタリア ラルデロなどにおいては 地下の地熱の貯溜層をおって緻密な頁岩が分布し被覆層の役割りを果たしている。これは比較的浅所から優勢な蒸気を得るには好条件と考えられているが 被覆層のない場合でも地下水がこのような役を果たしている場合もある。

以上述べたように 地熱地帯においては貫入岩体 基盤構造 断層破砕帯 地質層序などの構造的なものと地熱徴候的なものとを総合して解明することが必要となってくるのである。したがって地熱探査は地下の状態の究明が大きな問題となり 物理探査の果たす役割りは重要なものとなりつつある。地熱の物理探査は地熱地帯の構造のみならず 熱に関する情報もある程度提供することも可能である。

地熱の物理探査技術については 従来行なわれてきた油田の物理探査技術が相当利用され得るであろう。しかし地熱地帯の多くは火山帯にあるので 地形 地質条件から探査の実施に際し 幾分制約を受けることもあるので 火山地帯に適した物理探査技術の促進を計ることが必要であろう。ところで火山地帯の地下構造については 学術的な意味で多少研究されてきたものもあるが地熱の経済的開発の基礎となるような探査はほとんど実

施されていない。したがって今後早急に この種の探査を実施することが望ましく そのためにはまず 地熱地帯における重力図 空中磁気図の作成が必要である。このような基本的資料に基づいて さらにくわしい探査の発展が可能となろう。

電気探査比抵抗法 地震探査反射法 については 従来ある程度成果をあげつつあるが さらに深部構造探査のための技術的研究および能率的探査方式の確立が望ましい。

物理検層については 温度 電気検層の試験的調査が松川において実施成功しているが 今後さらに高温井(約300°C程度)について 各種検層技術の確立が必要である。

物理探査 地質調査 地化学調査などを総合し 地下の地熱構造を解明し 地熱の賦存状態に関する理論をうちたてることは 地熱の量的把握のためには必要であり このためには地熱の物理的研究の推進が望まれる。

他の分野における物理探査

土木の分野においては 地盤 岩盤などの問題をまず考えに入れて仕事を進めることになる。たとえばダム トンネル その他の建設において それらの人工的な建造物と大地の地盤 岩盤とをうまく結びつけることが重要なポイントとなっている。そのためには 地盤などの物理的性質 とくに力学的性質を知ることと その地下における構造を解明することが必要となってくる。

ところで 土木における物理探査は従来ある程度は地下の岩石の物理的性質に関する情報を与えてきたが 主として地下構造を解明するために用いられてきたのが現状である。したがって物理探査は土木建設に対する概率的な役割りは相当果たしてきたのであるが さらに工事施工の基礎となるようなじゅうぶんな情報を提供するためには 今後さらに解決しなければならない問題をかかえているのである。

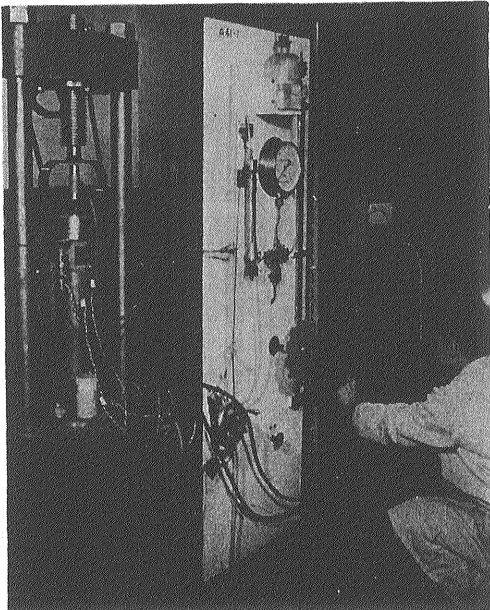
一方現在土木の分野において 地盤 岩盤の物理的性質を試験する方法としては 現場試験 採集された岩石サンプルの試験などが行なわれている。しかしこれらは厳密にいうと試験された地点の情報を与えるものであり いわば不連続な点についての情報である。また岩石サンプルの試験は自然状態からかなり乱されたものを扱う危険性がある。したがってこれらの試験については 空間的に広がりをもつ自然状態における岩体として

の性質を調べるのに必ずしもじゅうぶんとはいえないであろう。この点物理探査はその性質上このような不足を補う役割りが期待されるのである。

土木の物理探査については 現在まで主として地震探査 電気探査など また孔井については物理検層が適用されている。これらのうち 地震探査は岩盤の力学的性質を明らかにする上に重要なものであり 新しい試みも行なわれている。すなわち 最近では綿密な地震探査の実施により 地下の弾性波速度の分布を詳細に解明しこれに基づいて岩体の弾性係数を求めることが行なわれ また岩体のグラウティング前後における弾性波速度を測定し グラウティングによる効果を速度増加量によって表現し その効果の判定に利用することも行なわれている。このように物理探査は次第に工事施工の基礎資料を提供する方向に 技術的な発展が進められている。

一方 地震探査は 従来弾性波のうちのP波（縦波）のみに着目し実施されてきているが 地下の状態をさらに詳しく探査するためには できるだけ多くの情報を利用することが望ましい。このような意味において P波のみならず S波（横波）の利用 また波動の走時のみならず その振幅にも着目すべきことが考えられている。これらの問題は 種々の技術的困難性から余り成果をあげえなかったものであるが 最近ではS波の測定に関し 岩石試料の速度測定が可能となり また坑道内における観測から破さい帯探査の実験研究なども試みられるようになってきている。

音波探査の開発により 土木調査の分野における音波



本器は岩石の三軸圧縮試験器である 最大側圧 7 kg/cm^2 最大荷重 3 ton 程度の範囲で調節することができる。また間隙圧測定装置も付属している。この試験器により各種岩石試料の中低圧下におけるP波 S波の伝播速度をはじめ stress-strain 曲線間

の利用が広げられてきた。海底下の地下構造探査が比較的容易に実施できるようになり トンネル 橋梁などの建造物の基礎調査に利用されるようになり さらに湖底下の探査にも発展している。また音波探査の技術は孔井内における検層技術として新しい分野を開きつつあり これの土木方面への適用が可能となりつつある。検層技術としては放射能を利用する密度検層が開発されつつあり またアイソトープを利用する地層圧密測定が地盤沈下問題に関連して実施されている。

以上述べたように 土木の物理探査については 地下構造探査と物理的性質の測定という二つの重要な面に貢献し得ることが可能であろう。地下構造はもともと地質の現象に由来するものであるから 地質学との密接な連けいとすることは当然である。一方物理探査によって求められた地下の物理的性質が 一般に土木に必要な物理量を直接与え得るものではない。しかし 他の直接的な試験結果にもとづいて これを合理的に利用して行くことは可能であろう。このためには 地盤 岩盤などに対する種々の試験方法によって得られる量と物理探査によって得られる物理量との関連について さらに究明を進めることが必要である。これに基づいて土木分野における物理探査の効果と限界が明らかにならう。もちろん現在の段階において たとえば 軟弱地盤の調査のように なかなかむずかしい面を含んでいるものもあるが これらは今後の岩石力学の発展と物理探査技術の進歩により その適用を広げていくことは可能と思われる。

土地災害 保安などの問題が最近にわかに注目をあびるようになり その対策樹立のための調査研究が次第に活発になってきている。これらの分野に関しては 従来ある程度物理探査が適用されてきたが まだじゅうぶん系統だった調査方針が確立されているまでには至っていない。しかしこれらの問題は考え方として 前に述べた土木の物理探査の場合と類似な点が多く 物理探査の役割りとしては 地下構造の探査と地下岩石の物理的性質の測定という面が中心をなすものであろう。特殊な問題としては 高圧送電の障害対策のため 大地の電気比抵抗分布を広範囲に組織的に解明する仕事が ソ連 イギリス等では行なわれている。

地下水に対する物理探査は通常地下構造探査により地下水の賦存に関する資料を提供することであって 主として電気探査 地震探査などが用いられ また孔井に対しては電気検層などが広く適用されている。しかし 火山岩地帯などのような高比抵抗地帯の場合には 地下

水の存在が電気比抵抗に大きな影響を及ぼすことがあり電気比抵抗によって地下水の賦存を直接探査することも可能である。また沿岸地帯において帯水層への塩水の侵入を電気探査によって探査した例なども報告されている。ところで地下水は次第に深層地下水が対象となり探査も深部に及ぶようになってきている。方法としては従来から電気探査比抵抗法が中心となっているが直流法の技術が進むにつれ大きな構造に対する探査深度は増大し探査に貢献している。しかしこの方法の欠点として大都市周辺においては迷走電流による障害が大きく探査能率を低下させる。これを解決するためには交番交流の強電流を利用する比抵抗法の開発が望まれている。

むすび

以上述べたように物理探査は各分野において重要な探査技術として発展しあるいは発展する可能性を有しているものである。すなわちエネルギー資源の主体をなす石油の探査においてはその中心的役割りを果たしておりまた新資源として最近とみに注目されるようになってきた地熱資源の探査にも重要な役割りが期待されている。金属鉱物資源については最近深部の潜在鉱床探査が問題となっており一方わが国のような特殊な環境の国においては土木建設災害保安対策の調査のためにも物理探査の発展が望まれている。

ところでわが国においては学問としての地球物理学の分野においては幾多の業績をあげ活発に活動しているが資源探査土地調査という応用的の分野である物理探査は必ずしもじゅうぶんな活動を行なっているとはいえない。たとえば欧州諸国における活動を見ても余り大きくない国内資源に対しても相当金をかけ

て調査研究を行ない。その調査体制を確立しておりさらにこれを基として広く海外の未開発地域へと発展を進めている。これら諸国に比べるとわが国の体制は相当遅れているといっても過言ではない。今後国内国外の資源土地調査などを能率よく行なうためには物理探査に関する種々の問題を解決して行くことが必要でありそのためには国内の関連機関の間で有機的な連けいのもとに努力することが望ましい。

解決すべき問題点としては

- (i) 物理探査の新技術開発および新技術導入
- (ii) 物理探査と地質鉱床学 土質力学 岩石力学などとの関連に関する問題
- (iii) 国内の重要地帯における基本的な物理探査図の作成
- (iv) 各分野への物理探査適用の拡大
- (v) 物理探査調査機関の充実
- (vi) 海外への物理探査の発展

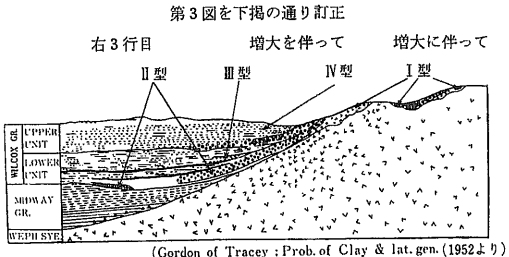
以上の問題について世界の先進国においては各その国情にマッチしたような行き方をとっている。米国の場合には民間企業の規模が大きく比較的民間企業に依存する度合いが大きい。一方欧州諸国においては国家資金に関連をもって発達していった面が多い。ソ連においては物理探査におおいに力を注ぎ独自の発展を進めている。

わが国の場合には従来各関連分野において物理探査の発展に関心を持ってきたがその結果はじゅうぶん満足すべきものでなく今後新技術の開発基礎的調査研究などの面においては国の機関あるいは資金に依存する度合いが増大するものと思われる。また物理探査の海外への発展のためには相当規模の大きい高度の技術を備える必要がありこのための体制強化を検討することが望まれている。

(筆者は物理探査部長)

アルミニウム資源正誤表

122号	誤	正
P 37 左12行目	鉱物につれて	鉱物について
P 38 第8図説明	Bukit Gebiy	Bukit Gebong



	誤	正
P 24 右2行目	Al ₂ O ₃	Al ₂ O ₃
P 25 写真説明	写真3葉は	
124号		
P 20 右9行目	石炭期	石炭紀
P 23 右15行目	生産4千トン	年産4千トン
P 25 表 築別粘土の項	0.2~0.6	0.2~0.6m
" " 黒沢尻福ぼん土の項		鉱床型 ◎
" " " 同化物層		風化物層
" " " 層圧		層厚
" " 上信粘土の項	千俣	千俣
P 26 表 指宿粘土の項		鉱床型 □
" " 北大東島 "		" <
" 下4行目	(石英下礫粘土)	(石炭下礫粘土)
P 27 左1行目	鉄工業	鉄鋼業
" 右4行目	使い	件い